

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 4 B 7/08

H 0 1 Q 3/26

H 0 4 B 7/26

H 0 4 J 13/02

F I

H 0 4 B 7/08

H 0 1 Q 3/26

H 0 4 B 7/26

H 0 4 J 13/00

D

Z

C

F

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-211234

(22) 出願日 平成10年(1998) 7 月27日

(31) 優先権主張番号 特願平10-46334

(32) 優先日 平10(1998) 2 月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 丸田 靖

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 後川 彰久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

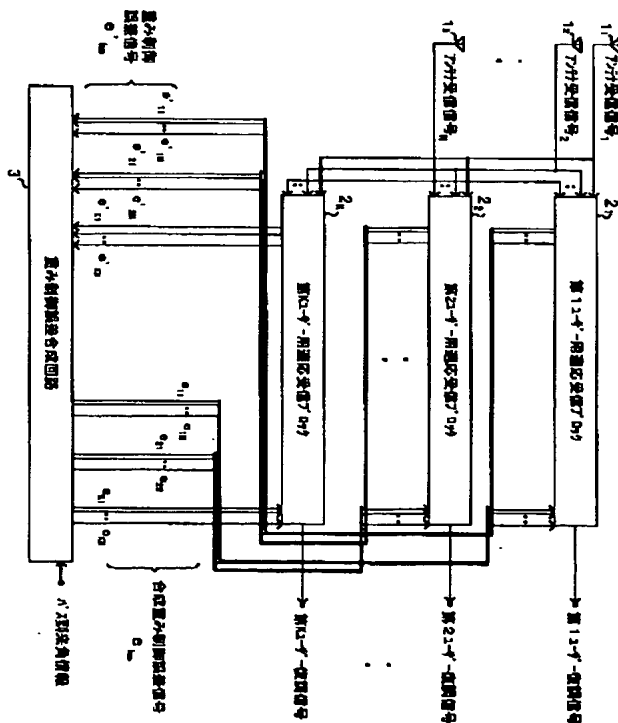
(74) 代理人 弁理士 鈴木 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 適応受信装置

## (57) 【要約】

多くのパスが様々な角度から到来する環境において、適応制御特性及び干渉抑圧性能に優れた適応受信装置を提供する。

【解決手段】 第kユーザ用適応受信ブロック2kは、第kユーザ第mパス固有のアンテナ指向性パターンによる受信信号をそれぞれ生成し、各パス毎に復調、加算して第kユーザ復調信号を得ると同時に、各パス毎の指向性パターン形成のための重み制御誤差信号 $e'_{k1} \sim e'_{kM}$ を出力する。重み制御誤差合成回路3は、重み制御誤差信号 $e'_{k1} \sim e'_{kM}$ を任意に合成して合成重み制御誤差信号 $e_{k1} \sim e_{kM}$ を出力する。各ユーザのマルチパス成分の到来方向の近接したパスに対しては、重み制御誤差信号を合成し、到来方向の離れたパスに対しては重み制御誤差を合成しない制御を行い、適応制御に有効な情報量を増加させ、適応制御特性と干渉抑圧性能を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数ユーザ信号によって多重化された信号を受信する $N$  ( $N$ は1以上の整数)個の受信アンテナと、前記受信アンテナの受信信号に対して任意の方向に利得を有する指向性パターンを形成し、複数のパスからなる希望波信号を受信し干渉波信号を抑圧する $K$  ( $K$ は1以上の整数)個のユーザに対応した $K$ 個の適応受信ブロックと、複数の重み制御誤差を任意のユーザとパスの組み合わせで合成し合成重み制御誤差信号を生成する重み制御誤差合成手段とを有し、前記適応受信ブロックは、前記合成重み制御誤差信号に基づいて前記指向性パターンを形成することを特徴とする適応受信装置。

【請求項 2】 前記 $K$ 個の適応受信ブロックの各々は、前記 $N$ 個の受信アンテナからの受信信号と、前記合成重み制御誤差信号とを入力とし、 $M$  ( $M$ は1以上の整数)個のマルチパスに対して任意の方向に利得を有する指向性パターンを形成し、干渉波信号を抑圧し希望波信号を受信、復調する $M$ 個の適応受信サブブロックと、前記 $M$ 個の適応受信サブブロックの復調信号を加算する加算器と、硬判定を行い判定シンボルを出力する判定手段とを有することを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 3】 前記多重化された信号は符号分割多重信号であり、前記 $M$ 個の適応受信サブブロックの各々は、前記 $N$ 個の受信アンテナからの受信信号と、前記判定シンボルと、前記合成重み制御誤差信号とを入力とし、前記 $N$ 個の受信アンテナからの受信信号の指向性パターンを形成するための重み付け合成手段と、前記重み付け合成手段の出力を、希望波信号のパス遅延に基づいてマルチパス毎に遅延させる遅延手段と、前記遅延手段の出力に対して、前記希望波信号の拡散符号を用いて逆拡散を行う逆拡散手段と、前記逆拡散手段の出力に対して、伝送路推定を行う復調手段と、前記判定シンボルと前記復調手段の出力である複素伝送路推定値を乗算し、搬送波位相同期による位相変化を相殺する乗算器と、前記乗算器の出力から前記逆拡散手段の各出力を減算し判定誤差を検出する誤差検出手段と、前記判定誤差に前記希望波信号の拡散符号を乗算して重み制御誤差信号を生成する乗算器と、前記重み制御誤差信号に対して、前記遅延手段の効果を相殺するように遅延補正する遅延手段と、前記 $N$ 個の受信アンテナからの受信信号に対して、前記重み付け合成手段、前記逆拡散手段、前記復調手段、及び前記重み制御誤差合成手段における処理時間に対応する遅延を与える遅延手段と、前記遅延された $N$ 個の受信信号と前記合成重み制御誤差信号に基づいて $N$ 個のアンテナ重みを算出して前記重み付け合成手段へ出力するアンテナ重み制御手段と、を有することを特徴とする請求項 2 記載の適応受信装置。

【請求項 4】 前記重み制御誤差合成手段は、前記適応受信サブブロックの出力である $K \times M$ 個の重み制御誤差信号と、 $K$ 個のユーザのパス到来角情報を入力とし、一つ以上の前記重み制御誤差信号を任意に組み合わせて $K \times M$ 個の前記合成重み制御誤差信号を出力するスイッチングマトリクスを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 5】 前記重み制御誤差合成手段は、前記適応受信サブブロックの出力である $K \times M$ 個の重み制御誤差信号と、 $K$ 個のユーザのパス到来角情報を入力とし、前記重み制御誤差信号を合成する際、同一ユーザの各パスの前記重み制御誤差信号を全て合成して、1 ユーザにつき一つの合成重み制御誤差信号を出力し、1 ユーザにつき一つの指向性パターンを形成するように制御されるスイッチングマトリクスを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 6】 前記重み制御誤差合成手段は、前記適応受信サブブロックの出力である $K \times M$ 個の重み制御誤差信号と、 $K$ 個のユーザのパス到来角情報を入力とし、前記重み制御誤差信号を合成する際、同一ユーザの近接到来方向パスの前記重み制御誤差信号のみを合成するように制御されるスイッチングマトリクスを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 7】 前記同一ユーザの近接到来方向パスの重み制御誤差信号のみを合成する際に、前記パス到来角情報を用いずに各ユーザのパス遅延情報を用いて、各ユーザの近接遅延パスを近接到来方向パスとみなすことを特徴とする請求項 6 記載の適応受信装置。

【請求項 8】 前記重み制御誤差合成手段は、前記適応受信サブブロックの出力である $K \times M$ 個の重み制御誤差信号と、 $K$ 個のユーザのパス到来角情報を入力とし、前記重み制御誤差信号を合成する際、同一ユーザの各パスの前記重み制御誤差信号を全て合成して、1 ユーザにつき一つの重み制御誤差信号を合成してから、近接到来方向のユーザの前記重み制御誤差信号を更に合成するように制御されるスイッチングマトリクスを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 9】 前記重み制御誤差合成手段は、前記適応受信サブブロックの出力である $K \times M$ 個の重み制御誤差信号と、 $K$ 個のユーザのパス到来角情報を入力とし、前記重み制御誤差信号を合成する際、ユーザによらず近接到来方向パスの前記重み制御誤差信号を合成するように制御されるスイッチングマトリクスを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の適応受信装置。

【請求項 10】 前記重み付け合成手段は、前記 $N$ 個の受信アンテナからの受信信号と、前記 $N$ 個のアンテナ重みとを入力とし、前記 $N$ 個の受信信号に前記 $N$ 個のアンテナ重みを各々乗算する $N$ 個の複素乗算器と、前記 $N$ 個の複素乗算器の各出力を合成する加算器とを有することを特徴とする請求項 3 記載の適応受信装置。

【請求項 1 1】 前記復調手段は、前記逆拡散手段の出力を入力として、搬送波の振幅及び位相を推定する伝送路推定手段と、前記伝送路推定手段の出力である複素伝送路推定値の複素共役を求める複素共役操作手段と、前記複素共役操作手段の出力を前記逆拡散手段の出力に乗算し、搬送波位相同期を行い、同時に最大比合成のための重み付けを行う乗算器とを有していることを特徴とする請求項 3 記載の適応受信装置。

【請求項 1 2】 前記適応受信サブブロックにおいて、収束過程では判定シンボルの代わりに既知シンボルを用いることを特徴とする請求項 2 記載の適応受信装置。

【請求項 1 3】 前記適応受信サブブロックにおいて、判定信号に各パスの伝送路推定値を乗算する際に、推定値の位相に関する成分のみを乗算し、振幅は別途手段により求めた振幅を乗算することを特徴とする請求項 2 記載の適応受信装置。

【請求項 1 4】 前記アンテナ重み制御手段において、合成重み制御誤差信号の平均電力が最小になるように最小二乗平均誤差基準によりアンテナ重みの適応制御を行うことを特徴とする請求項 3 記載の適応受信装置。

【請求項 1 5】 前記アンテナ重み制御手段において、最小二乗平均誤差基準によりアンテナ重みの適応制御を行う際、最小二乗平均 (LMS) アルゴリズムを用いることを特徴とする請求項 3 記載の適応受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はアンテナ指向性制御により他ユーザ干渉を除去する適応受信装置に関する。特に CDMA (符号分割多元接続) 適応受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 セルラ移動通信システムなどでは他ユーザからの干渉や遅延波による干渉が受信品質を決定する支配的要因となる。これらの干渉を適応アンテナを用いて除去する方式が検討されている。一方、大加入者容量が期待できる無線伝送方式として CDMA 方式が注目されている。CDMA 方式に適した適応アンテナを用いた受信装置として、拡散処理利得を利用した方式が提案されている。

【0003】 従来、この種の CDMA 適応受信装置は、例えば、「王、河野、今井、「スペクトル拡散多元接続のための拡散処理利得を用いた TDL アダプティブアレーアンテナ」、信学論 Vol. J75-B11 No. 11, pp815-825, 1992」、「田中、三木、佐和橋、「DS-CDMA における判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチの特性」、信学技報 RCS96-102, 1996-11」に示されるように、アンテナ重み制御の際、逆拡散後に抽出した重み制御誤差信号を用いることで、適応制御において処理利得による SINR 改善効果が得られる。

【0004】 図 7 は、従来の CDMA 適応受信装置の一例を示すブロック図であり、図 8 は図 7 の CDMA 適応受信装置における第  $m$  パス用適応受信サブブロック 27 <sub>$m$</sub>  を示すブロック図である。ここでは受信アンテナの数を  $N$  ( $N$  は 1 以上の整数)、ユーザの数を  $K$  ( $K$  は 1 以上の整数)、マルチパスの数を  $M$  ( $M$  は 1 以上の整数) とした場合の CDMA 適応受信装置を表している。

【0005】  $N$  個の受信アンテナ  $1_1 \sim 1_N$  は、各々希望波信号及び複数の干渉波信号が符号多重された信号を受信する。受信アンテナ  $1_1 \sim 1_N$  は、各々の受信信号が相関を有するように近接して配置する。第 1 の加算器 5 は、第 1  $\sim M$  パス用適応受信サブブロック 27<sub>1</sub>  $\sim$  27 <sub>$m$</sub>  の出力を加算し、第  $k$  ユーザ復調信号を出力する。判定回路 6 は、第 1 の加算器 5 の出力に対して硬判定を行い、第  $k$  ユーザ判定シンボルを出力する。

【0006】 第  $m$  パス用適応受信サブブロック 27 <sub>$m$</sub>  は、重み付け合成回路 7 と、第 1 の遅延回路 10 と、逆拡散回路 11 と、復調回路 12 と、第 3 の複素乗算器 15 と、誤差検出回路 16 と、第 4 の複素乗算器 17 と、第 2 の遅延回路 18 と、第 3 の遅延回路 19 と、アンテナ重み制御回路 20 とから構成される。第  $m$  パス用適応受信サブブロック 27 <sub>$m$</sub>  は、アンテナ受信信号  $1 \sim N$  と、判定回路 6 の出力である第  $k$  ユーザ判定シンボルとを入力する。

【0007】 重み付け合成回路 7 は、第 1 の複素乗算器  $8_1 \sim 8_N$  と、第 2 の加算器 9 とから構成される。アンテナ受信信号  $1 \sim N$  に、アンテナ重み  $W_{m1} \sim W_{mN}$  を乗算し、加算することによって、第  $m$  パス固有のアンテナ指向性パターンにより受信した信号を生成する。

【0008】 第 1 の遅延回路 10 は、重み付け合成回路 7 の出力を別途求めた希望波信号のパス遅延に基づいてマルチパスに応じて遅延させる。逆拡散回路 11 は、重み付け合成回路 7 の出力と第  $k$  ユーザの拡散符号  $C_k$  との相関計算を行う。復調回路 12 は、伝送路推定回路 13 と第 2 の複素乗算器 14 とから構成される。逆拡散回路 11 の出力に伝送路推定出力の複素共役を乗算した出力が、第  $m$  パス用適応受信サブブロック 27 <sub>$m$</sub>  の出力となる。

【0009】 第 3 の複素乗算器 15 は、第  $k$  ユーザ判定シンボルに伝送路推定出力を乗算する。誤差検出回路 16 は、第 3 の複素乗算器 15 の出力と逆拡散回路 11 の出力との差を計算し、判定誤差を検出する。第 4 の複素乗算器 17 は、判定誤差に第  $k$  ユーザの拡散符号  $C_k$  を乗算し、重み制御誤差信号を生成する。第 2 の遅延回路 18 は、重み制御誤差信号を第 1 の遅延回路 10 の効果を相殺するように、別途求めた前記希望波信号のパス遅延に基づいて遅延させる。

【0010】 第 3 の遅延回路 19 は、アンテナ受信信号  $1 \sim N$  と、重み付け合成回路 7、逆拡

散回路11、復調回路12、誤差検出回路16等の処理時間に応じて遅延させる。アンテナ重み制御回路20は、第2の遅延回路18の出力の出力である重み制御誤差信号と第3の遅延回路19の出力とからアンテナ重み $W_{m1} \sim W_{mN}$ を計算する。

【0011】拡散符号 $C_k$ を2系列の直交関係にある符号 $C_{k1}$ 、 $C_{k0}$ からなる複素符号と考えると、逆拡散回路11は、1個の複素乗算器とシンボル区間にわたる平均化回路とにより実現できる。また、逆拡散回路11は、 $C_k$ をタップ重みとするトランスバーサルフィルタ構成でも実現できる。

【0012】N個の受信アンテナ $1_1 \sim 1_N$ からの受信信号には、希望波信号成分と干渉波信号成分、及び熱雑音が含まれている。更に希望波信号成分、干渉波信号成分それぞれにマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分は異なった方向から到来する。

【0013】図7、図8に示した従来のCDMA適応受信装置は、希望波信号成分のマルチパス成分に対して独立に第1～Mパス用適応受信サブブロック $27_1 \sim 27_M$ を用意し、それぞれのパスの信号成分の希望波信号対干渉波信号電力比(SIR)を最大にするように、各重み付け合成回路7において受信信号の重み付け合成を行う。その結果、第1～Mパス用適応受信サブブロック $27_1 \sim 27_M$ の到来方向に対するアンテナ利得(指向性パターン)は、それぞれのパスの信号成分の到来方向に対しては大きくなり、他の遅延波信号成分や干渉波信号成分に対しては小さくなるように形成される。

【0014】図7、図8に示した従来のCDMA適応受信装置の、パス数が多い場合の適応制御特性の劣化を改善するために、著者らは先にユーザ毎に全てのパスの重み制御誤差を加算するCDMA適応受信装置を提案している(特許出願:H9-210336号)。このCDMA適応受信装置は、各ユーザに対して一つの重み付け合成回路を用意し、ユーザ毎に全てのパスの重み制御誤差信号を加算した合成重み制御誤差信号を最小にするようにアンテナ重みの制御とアンテナ受信信号の重み付け合成を行う。その結果、各ユーザに対して一つの指向性パターンが形成され、各パスの信号成分の到来方向に対してはアンテナ利得が大きくなり、干渉波信号成分に対してはアンテナ利得が小さくなる。この方法は、ユーザ毎に全てのパスの重み制御誤差信号を加算しているため、適応制御の情報が増え、パス数が多い場合でも適応制御特性に優れる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】図7、図8に示した従来のCDMA適応受信装置は、各パス単位で独立な誤差信号を用い、独立な指向性パターンを形成しているために、電力の小さなパスの誤差信号は、伝送路推定誤差により信頼性が低下し、したがって、パス数が多い場合には適応制御特性が劣化し、特に電力の小さなパスの指向

性パターンが形成され難いという問題がある。

【0016】この問題点を解決する手段として、前述のユーザ毎に全てのパスの重み制御誤差を加算するCDMA適応受信装置が提案されているが、到来角度差の大きな希望波信号のマルチパス成分を同時に取り込む際に、ビーム幅が広がり余計な干渉をも取り込んでしまうため、マルチパスの到来角度差が大きい場合には干渉抑圧性能が劣化する。

【0017】また、従来のCDMA適応受信装置はユーザ毎に異なる指向性パターンを形成しているので、複数ユーザの信号をまとめて受信するマルチユーザ受信が難しいという問題がある。

【0018】本発明の目的は、多くのパスが様々な角度から到来する環境において、適応制御特性、および干渉抑圧性能に優れた適応受信装置を提供することにある。

【0019】本発明の他の目的は、マルチユーザ受信を容易に実現可能な適応受信装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の適応受信装置は、各ユーザの各パスを受信する指向性パターンとして、全ユーザの全マルチパスの中から任意の組み合わせのパスを同時に取り込むパターンを形成する。より具体的には、第1～Kユーザ用適応受信ブロック(図1の $2_1 \sim 2_K$ )と、ユーザ毎に第1～Mパス用適応受信サブブロック(図2の $4_1 \sim 4_M$ )と、1つの重み制御誤差合成手段(図1の3)とを有する。

【0021】本発明では、各ユーザのマルチパス成分の到来方向の近接したパスに対しては、重み制御誤差信号を合成し、到来方向の離れたパスに対しては重み制御誤差を合成しない制御を行うことで、適応制御に有効な情報量を増加させることができ、優れた適応制御特性と干渉抑圧性能が得られる。また、複数のユーザの重み制御誤差信号を合成する制御を行うことにより、マルチユーザ受信を容易に実現できる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による適応受信装置の実施の形態を示すブロック図である。図1には、多重化された信号が符号分割多重信号であり、受信アンテナの数N(Nは1以上の整数)、ユーザの数K(Kは1以上の整数)、マルチパスの数M(Mは1以上の整数)に対する適応受信装置(CDMA適応受信装置)が示されている。

【0023】図1を参照すると、本発明による適応受信装置は、受信アンテナ $1_1 \sim 1_N$ と、第1～Kユーザ用適応受信ブロック $2_1 \sim 2_K$ と、重み制御誤差合成回路3から構成される。N個の受信アンテナ $1_1 \sim 1_N$ は、各々希望波信号及び複数の干渉波信号が符号多重された信号を受信する。受信アンテナ $1_1 \sim 1_N$ は、各々の受信信号が相関を有するように互いに近接して配置されている。

【0024】図2は、本発明による適応受信装置の第kユーザ用適応受信ブロック2kを示すブロック図である。K個の第1～Kユーザ用適応受信ブロック2<sub>1</sub>～2<sub>K</sub>の各々は図2に示すように、第1～Mパス用適応受信サブブロック4<sub>1</sub>～4<sub>M</sub>と、第1の加算器5と、判定回路6とから構成される。

【0025】第kユーザ用適応受信ブロック2kの第1の加算器5は、第1～Mパス用適応受信サブブロック4<sub>1</sub>～4<sub>M</sub>の出力を加算し、第kユーザ復調信号を出力する。判定回路6は、第1の加算器5の出力に対して硬判定を行い、第kユーザ判定シンボルを出力する。

【0026】図3は、本発明による第kユーザ用適応受信ブロック2kの第mパス用適応受信サブブロック4<sub>m</sub>を示すブロック図である。第1～Mパス用適応受信サブブロック4<sub>1</sub>～4<sub>M</sub>の各々は図3に示すように、重み付け合成回路7と、第1の遅延回路10と、逆拡散回路11と、復調回路12と、第3の複素乗算器15と、誤差検出回路16と、第4の複素乗算器17と、第2の遅延回路18と、第3の遅延回路19と、アンテナ重み制御回路20とから構成される。第kユーザ用の第mパス用適応受信サブブロック4<sub>m</sub>は、アンテナ受信信号1～アンテナ受信信号Nと、第kユーザ判定シンボルと、合成重み制御誤差信号e<sub>k1</sub>～e<sub>kM</sub>を入力する。

【0027】重み付け合成回路7は、第1の複素乗算器8<sub>1</sub>～8<sub>N</sub>と、第2の加算器9とから構成されており、アンテナ受信信号1～アンテナ受信信号Nに、アンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>を乗算し、加算することによって、第mパス固有のアンテナ指向性パターンにより受信した信号を生成する。第1の遅延回路10は、重み付け合成回路7の出力を別途求めた希望波信号のパス遅延に基づいて、マルチパスに応じて遅延させる。

【0028】逆拡散回路11は、第1の遅延回路10の出力と第kユーザの拡散符号C<sub>k</sub>との相関計算を行う。拡散符号C<sub>k</sub>を2系列の直交関係にある符号C<sub>k1</sub>、C<sub>k2</sub>からなる複素符号と考えると、逆拡散回路11は、1個の複素乗算器とシンボル区間にわたる平均化回路と\*

$$W_m(i+1) = W_m(i) + \mu r(i - D_{d,m}) e_{k,m}^* (i) \quad (1)$$

で表される。ここで、W<sub>m</sub>(i)(N個の要素を持つ列ベクトル)は第kユーザ第mパスにおける第iチップ目のアンテナ重み、r(i)(N個の要素を持つ列ベクトル)はアンテナ受信信号、μはステップサイズ、D<sub>d,m</sub>は第3の遅延回路19によって与えられる遅延時間である。また、\*は複素共役を表す。

【0033】(1)式は、アンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>の更新がチップ周期で行われることを示しているが、各パスの判定誤差の検出はシンボル毎であることからr(i - D<sub>d,m</sub>)とe<sub>k,m</sub>\*(i)との積を1シンボル分積分することにより、更新をシンボル毎に減らすことができる。また、アンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>更新の際

\*により実現できる。また、逆拡散回路11は、C<sub>k</sub>をチップ重みとするトランスパースフィルタ構成でも実現できる。

【0029】復調回路12は、伝送路推定回路13と第2の複素乗算器14とから構成されており、逆拡散回路11の出力に伝送路推定出力の複素共役を乗算した出力が、第mパス用適応受信サブブロック4<sub>m</sub>の出力となる。

【0030】第3の複素乗算器15は、第kユーザ判定シンボルと、伝送路推定回路13からの伝送路推定出力とを乗算する。なお、複素乗算器15において判定シンボルと複素乗算される伝送路推定出力として、伝送路推定回路13からは位相に関する成分のみを乗算し、振幅については、別途手段により求めた振幅、例えば、受信信号のマルチパスのレベルおよびタイミングをサーチする機能ブロックで得られた振幅を乗算することもできる。誤差検出回路16は、第3の複素乗算器15の出力と逆拡散回路11の出力の差を計算し、判定誤差を検出する。

【0031】第4の複素乗算器17は、判定誤差に第kユーザの拡散符号C<sub>k</sub>を乗算する。第2の遅延回路18は、第4の複素乗算器17の出力を第1の遅延回路10の効果を相殺するように、別途求めた前記希望波信号のパス遅延に基づいて遅延させ、重み制御誤差信号を出力する。第3の遅延回路19は、アンテナ受信信号1～アンテナ受信信号Nを、重み付け合成回路7、逆拡散回路11、復調回路12等の処理時間に応じて遅延させる。

【0032】アンテナ重み制御回路20は、合成重み制御誤差信号e<sub>k,m</sub>と第3の遅延回路19の出力を入力して、アンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>を計算する。ここでは、e<sub>k,m</sub>の二乗平均値が最小になるように、アンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>をMMSE基準により適応的に制御する。演算量の少ない更新アルゴリズムとしてLMSアルゴリズムを用いた場合のアンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>は、

の変化量の係数であるステップサイズμは、その値が大きい場合は最適な指向性パターン形成のためのアンテナ重みW<sub>m1</sub>～W<sub>mN</sub>への収束は早くなるが適応の精度・安定度が劣化し、小さい場合は適応の精度・安定度に優れるが収束が遅くなるという特徴を持つ。ステップサイズを適応的に変化させて、十分な収束速度、適応の精度・安定度を得る方法も本発明に含まれる。また、収束過程では判定シンボルの代わりに送信側から予め送られた既知シンボルを用いることもできる。

【0034】図4は、図1における重み制御誤差合成回路3の一般形を示すブロック図である。図4を参照すると、重み制御誤差合成回路3は、第1のスイッチングマ

トリクス21と、第3の加算器22<sub>11</sub>~22<sub>KM</sub>とから構成される。第1のスイッチングマトリクス21は、全ユーザの各パス毎の重み制御誤差 $e'_{11} \sim e'_{KM}$ と、別途求めた全ユーザの希望波信号パス到来角情報とを入力とし、この希望波信号パス到来角情報に基づいて、任意の重み制御誤差 $e'_{11} \sim e'_{KM}$ の組み合わせを出力する。第3の加算器22<sub>11</sub>~22<sub>KM</sub>は、第1のスイッチングマトリクス21の出力を加算し、合成重み制御誤差 $e_{11} \sim e_{KM}$ を生成する。

【0035】図4は、重み制御誤差合成回路3の一般形を示すものであって、全ユーザおよび全パスから任意の組み合わせで重み制御誤差信号の合成が可能である。本発明では、重み制御誤差の合成の方法に制限はないが、当然ある基準に基づいて合成の仕方を決定する必要がある。

【0036】図5は、重み制御誤差合成回路3の他の例を示すブロック図である。図5の重み制御誤差合成回路3は、第2のスイッチングマトリクス23<sub>1</sub>~23<sub>K</sub>と、第3の加算器22<sub>11</sub>~22<sub>KM</sub>とから構成される。第2のスイッチングマトリクス23<sub>1</sub>~23<sub>K</sub>は、ユーザ毎のM個の重み制御誤差のみを用いて任意の組み合わせを出力する。第3の加算器22<sub>11</sub>~22<sub>KM</sub>は、第2のスイッチングマトリクス23<sub>1</sub>~23<sub>K</sub>の出力を加算し、合成重み制御誤差 $e_{11} \sim e_{KM}$ を生成する。

【0037】図5の重み制御誤差合成回路3においては、重み制御誤差を各ユーザ毎独立に、任意に合成することによって、例えば、近接到来方向パスをまとめて一つの指向性パターンで受信することができる。各ユーザの近接到来方向パスの重み制御誤差を合成する際、パス到来角情報を用いずに、各ユーザの遅延情報を用いて、各ユーザの近接遅延パスを近接到来方向パスと考える方法を採用することができる。重み制御誤差をこのように合成することによって、適応制御の情報がほぼ合成するパス数倍に増加し、収束・追従特性に優れた構成となる。

【0038】図6は、重み制御誤差合成回路3の更に他の例を示すブロック図である。図6の重み制御誤差合成回路3は、第4の加算器24<sub>1</sub>~24<sub>K</sub>と第3のスイッチングマトリクス25と、第5の加算器26<sub>1</sub>~26<sub>K</sub>とから構成される。第4の加算器24<sub>1</sub>~24<sub>K</sub>は、ユーザ毎のM個の重み制御誤差を加算する。第3のスイッチングマトリクス25は、第4の加算器24<sub>1</sub>~24<sub>K</sub>の出力であるK個の重み制御誤差を用いて任意の組み合わせを出力する。第5の加算器26<sub>1</sub>~26<sub>K</sub>は、第3のスイッチングマトリクス25の出力を加算し、合成重み制御誤差 $e_{11} \sim e_{KM}$ を生成する。

【0039】図6の重み制御誤差合成回路3においては、まずユーザ毎に一つの合成重み制御誤差にしてから、第3のスイッチングマトリクス25において複数ユ

ーザの重み制御誤差の合成を行うことによって、複数ユーザの信号をまとめて受信する指向性パターン（マルチユーザビーム）が形成できるので、図6の重み制御誤差合成回路3を採用すれば、マルチユーザ受信が容易に実現できる。

【0040】なお、重み制御誤差合成回路3は、図5、6に示す構成の他にも考えられるが、全て図4の重み制御誤差合成回路3に含まれる。

【0041】本発明の処理は、基底帯域においてデジタル的に行うのが望ましい。そのためには各アンテナの受信信号を無線帯域から基底帯域へ周波数変換し、アナログ/デジタル変換を行う必要がある。図1~8においてそれらの機能は省略している。

【0042】また、本発明の実施の形態では拡散符号 $C_k$ の符号長、すなわち拡散率に制限はない。拡散率が1である、符号分割多重以外の方法で多重された信号に対しても、本発明による適応受信装置の適用が可能である。

【0043】また、本発明における受信アンテナについては、その数N、配置の仕方（円状配置、直線状配置等）、配置間隔（搬送波の2分の1波長等）あるいは受信アンテナ単体での指向性（オムニアンテナ、セクタアンテナ等）について制限はなく、適宜の態様で実施することができる。さらに、同時に受信するユーザの数K、各ユーザのマルチパスの数Mも任意に設定できる。

【0044】

【発明の効果】本発明は、各ユーザのマルチパス成分の到来方向の近接したパスに対しては重み制御誤差信号を合成し、到来方向の離れたパスに対しては重み制御誤差を合成しない制御を行うことで、適応制御に有効な情報量を増加させているので、多くのパスが様々な角度から到来する環境において、適応制御特性、および干渉抑圧性能が優れている。

【0045】また、本発明は、複数のユーザの重み制御誤差信号を合成する制御を行っているため、マルチユーザ受信が容易に実現可能となる。

【0046】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による適応受信装置の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明による適応受信装置の第kユーザ適応受信ブロックを示すブロック図である。

【図3】本発明によるCDMA適応受信装置の第mパス用適応受信サブブロックを示すブロック図である。

【図4】本発明によるCDMA適応受信装置の重み制御誤差合成回路の一般形を示すブロック図である。

【図5】本発明によるCDMA適応受信装置の重み制御誤差合成回路の他の例を示すブロック図である。

【図6】本発明によるCDMA適応受信装置の重み制御誤差合成回路の他の例を示すブロック図である。

【図 7】従来の CDMA 適応受信装置の例を示すブロック図である。

【図 8】従来の CDMA 適応受信装置の第  $m$  パス用適応受信サブブロックを示すブロック図である。

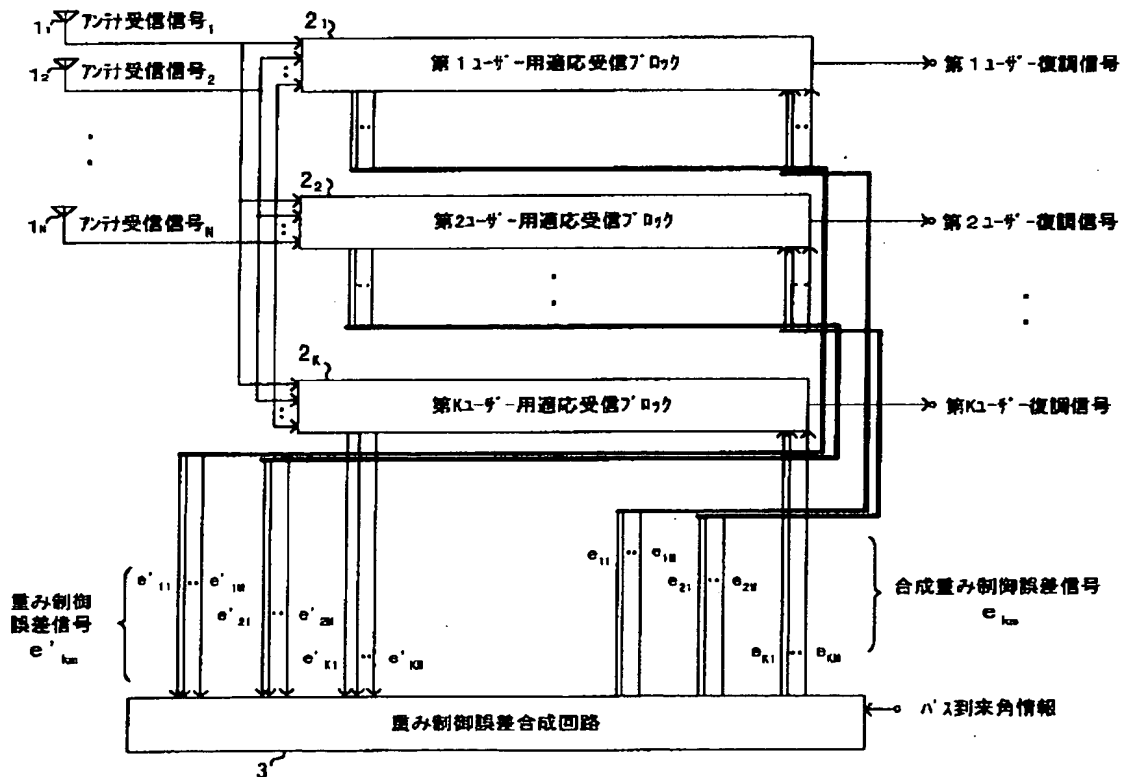
【符号の説明】

- 1<sub>1</sub> ~ 1<sub>N</sub> 素子アンテナ
- 2<sub>1</sub> ~ 2<sub>K</sub> 第 1 ~ K ユーザ用適応受信ブロック
- 3 重み制御誤差合成回路
- 4<sub>1</sub> ~ 4<sub>M</sub> 第 1 ~ M パス用適応受信サブブロック
- 5 第 1 の加算器
- 6 判定回路
- 7 重み付け合成回路
- 8<sub>1</sub> ~ 8<sub>N</sub> 第 1 の複素乗算器
- 9 第 2 の加算器
- 10 第 1 の遅延回路
- 11 逆拡散回路
- 12 復調回路

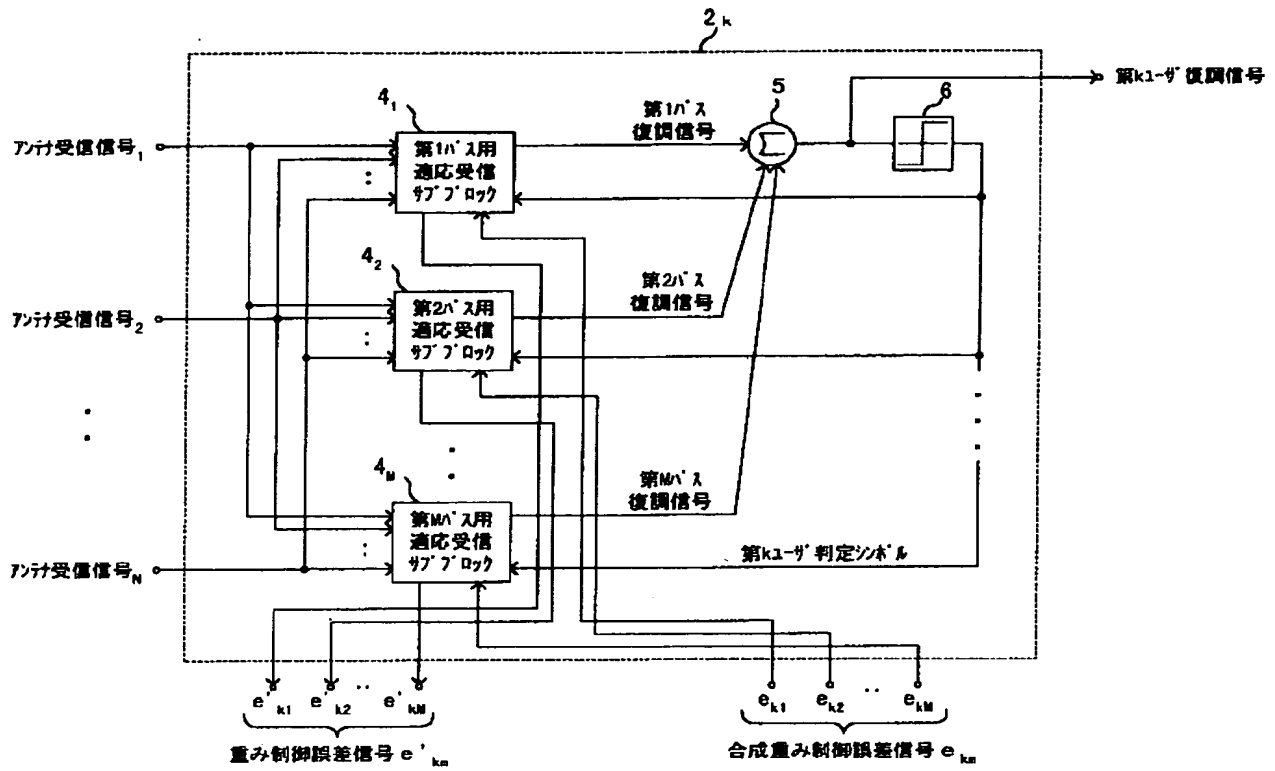
- \* 13 伝送路推定回路
- 14 第 2 の複素乗算器
- 15 第 3 の複素乗算器
- 16 誤差検出器
- 17 第 4 の複素乗算器
- 18 第 2 の遅延回路
- 19 第 3 の遅延回路
- 20 アンテナ重み制御回路
- 21 第 1 のスイッチングマトリクス
- 10 22<sub>11</sub> ~ 22<sub>KM</sub> 第 3 の加算器
- 23<sub>1</sub> ~ 23<sub>K</sub> 第 2 のスイッチングマトリクス
- 24<sub>1</sub> ~ 24<sub>K</sub> 第 4 の加算器
- 25 第 3 のスイッチングマトリクス
- 26<sub>1</sub> ~ 26<sub>K</sub> 第 5 の加算器
- 27<sub>1</sub> ~ 27<sub>M</sub> 従来の CDMA 適応受信装置の第 1 ~ M パス用適応受信サブブロック

\*

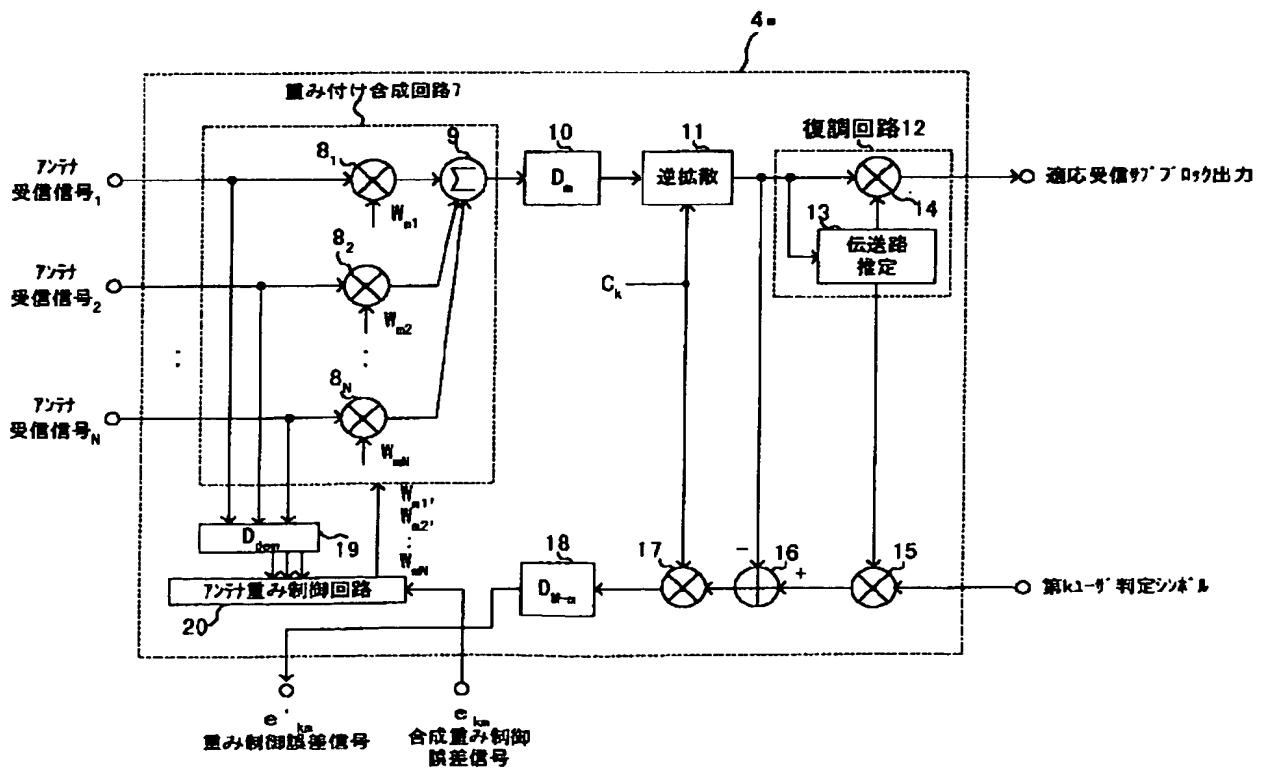
【図 1】



【図2】

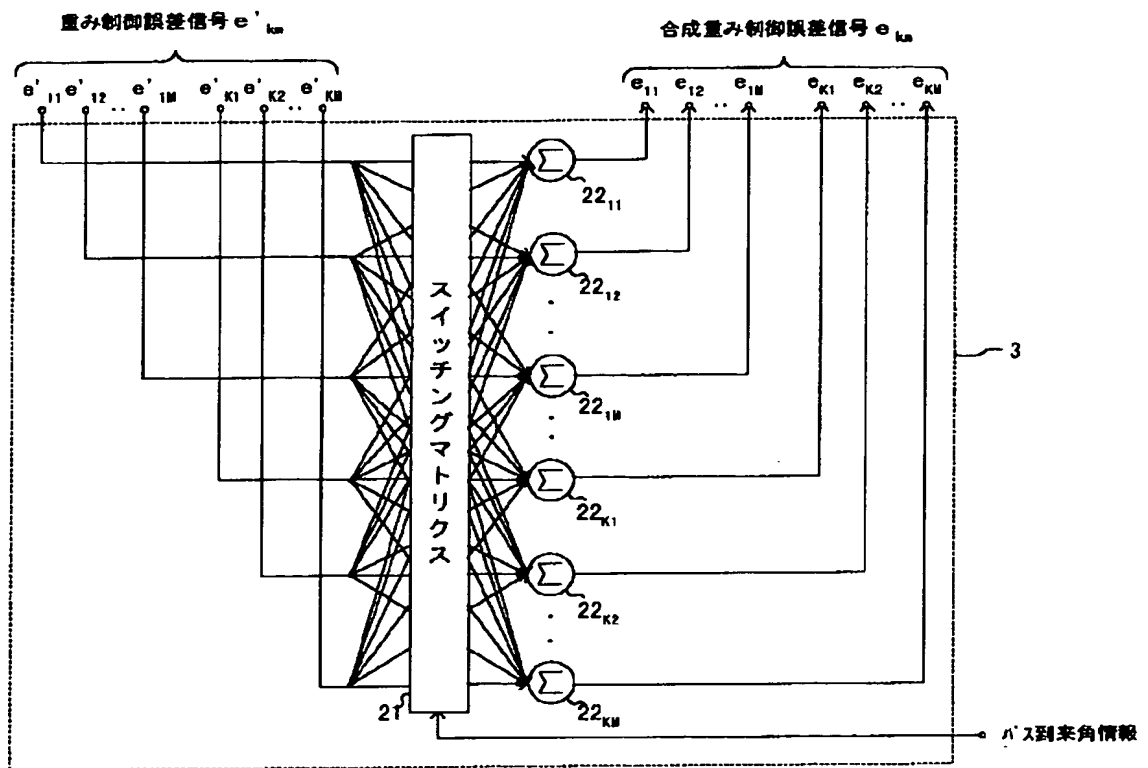


【図3】

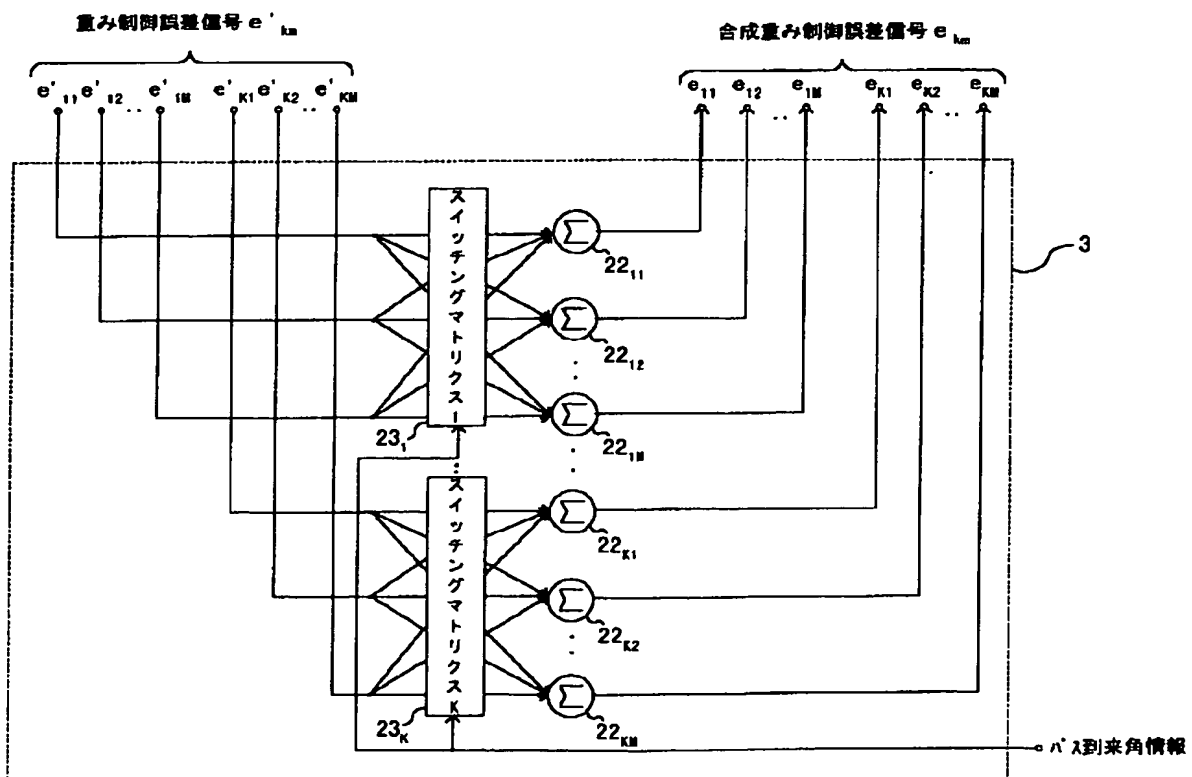




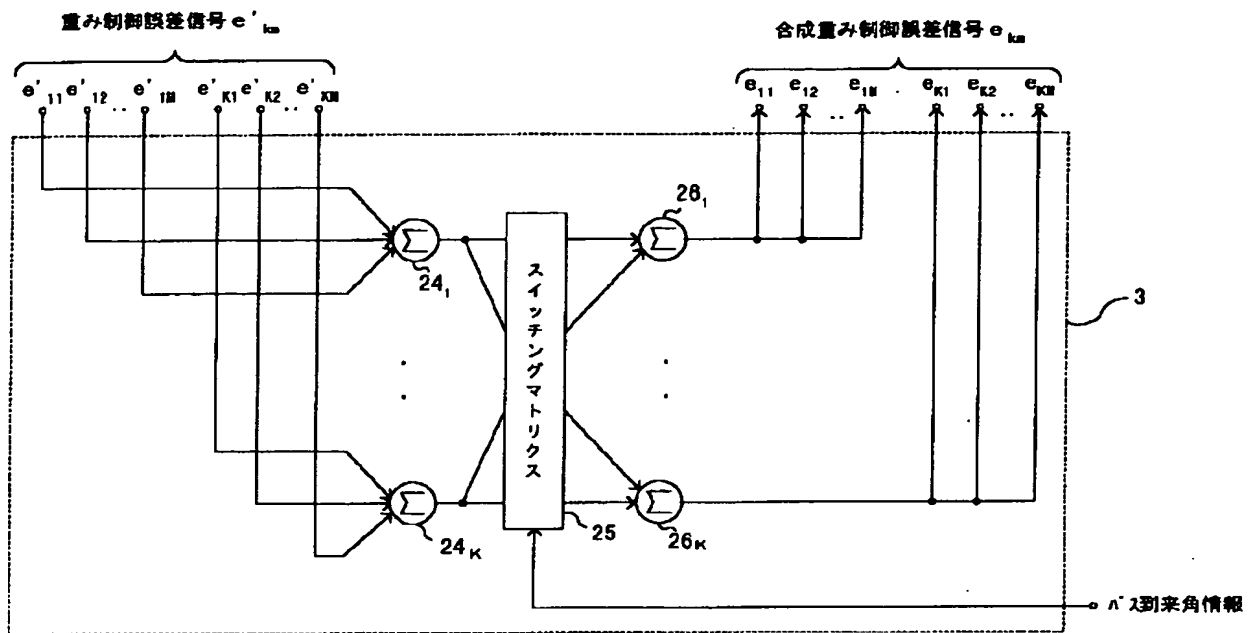
【図4】



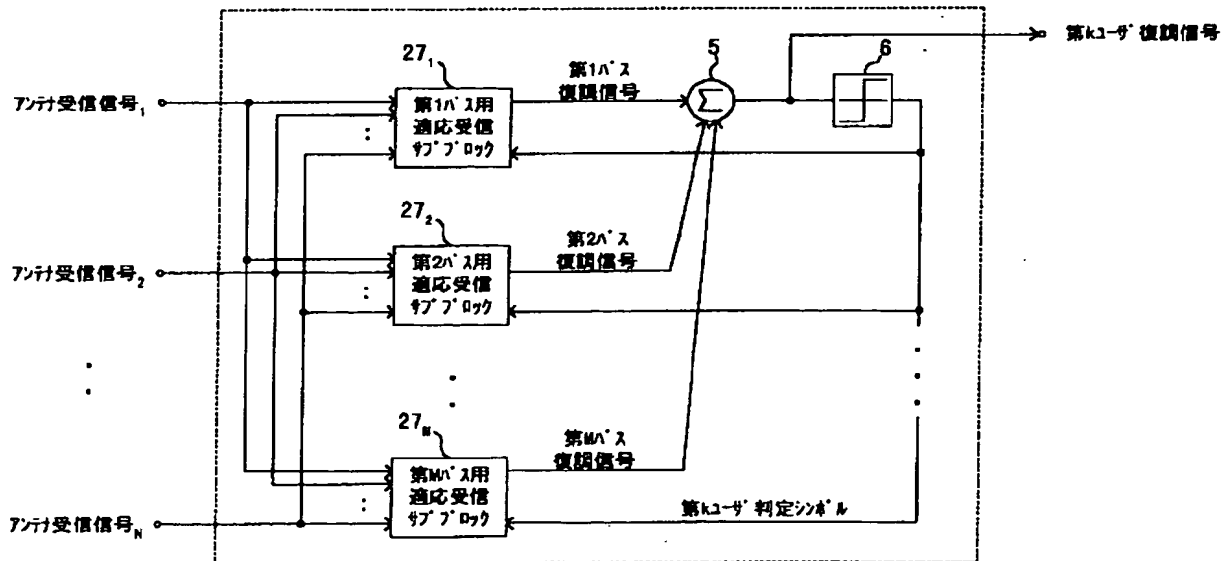
【図5】



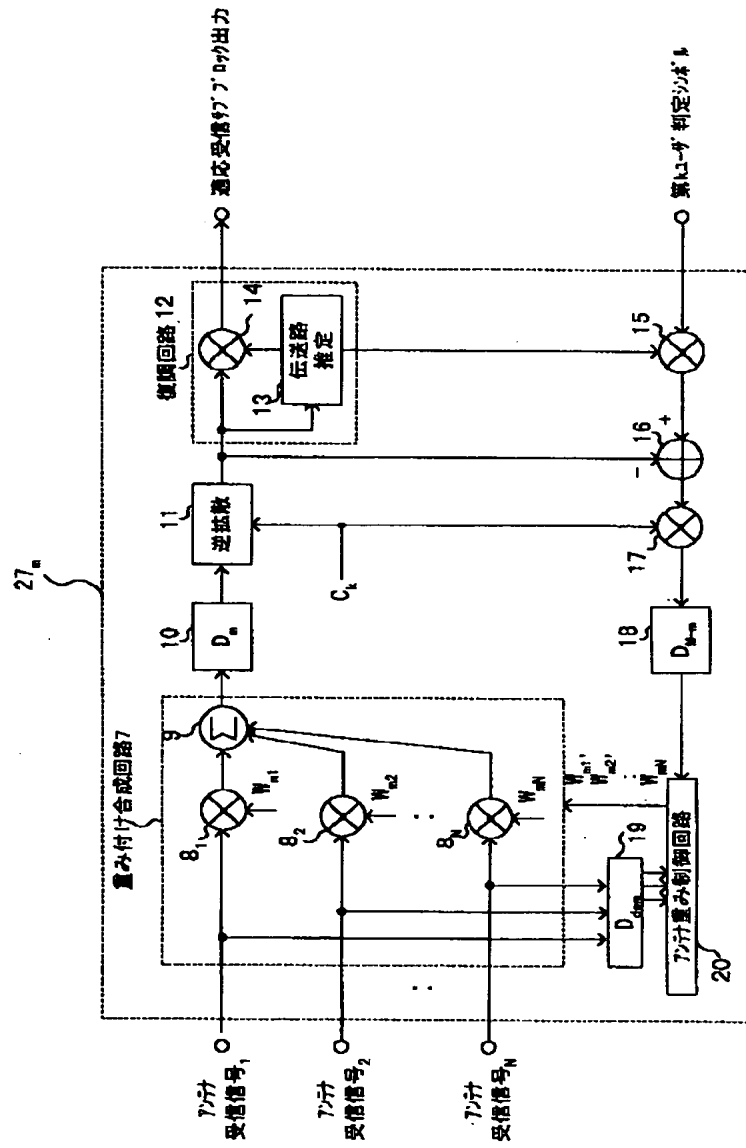
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**